

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1925-1926. — N° 37

VITESSE D'ABSORPTION ET D'ÉLIMINATION
DES
BOISSONS CHAUDES ET SUCRÉES

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Vendredi 18 Décembre 1925

PAR

Henry-Mathieu MONIER

ÉLÈVE DU SERVICE DE SANTÉ DE LA MARINE

Né à PARIS (Seine), le 19 juin 1901.

Examineurs de la Thèse	{	MM. PACHON, professeur.....	<i>Président.</i>
		BÉGOUIN, professeur.....	<i>Juges.</i>
		MICHELEAU, agrégé.....	
		PAPIN, agrégé.....	

BORDEAUX
IMPRIMERIE DE L'ACADÉMIE ET DES FACULTÉS
Y. CADORET
17, RUE POQUELIN-MOLIÈRE, 17

1925



Digitized by the Internet Archive
in 2026

UNIVERSITE DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1925-1926. — N° 37

VITESSE D'ABSORPTION ET D'ÉLIMINATION
DES
BOISSONS CHAUDES ET SUCRÉES

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Vendredi 18 Décembre 1925

PAR

Henry-Mathieu MONIER

ÉLÈVE DU SERVICE DE SANTÉ DE LA MARINE

Né à PARIS (Seine), le 19 juin 1901.

Examineurs de la Thèse	{	MM. PACHON, professeur	<i>Président.</i>
		BÉGOUIN, professeur	} <i>Juges.</i>
		MICHELEAU, agrégé	
		PAPIN, agrégé	

BORDEAUX
IMPRIMERIE DE L'ACADÉMIE ET DES FACULTÉS
Y. CADORET
17, RUE POQUELIN-MOLIÈRE, 17

1925

FACULTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

M. SIGALAS..... Doyen.

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. LANELONGUE, BADAL, PITRES, ARNOZAN, POUSSON, MOURE.

PROFESSEURS

MM.	MM.
Clinique médicale.....	Zoologie et parasitologie.....
id.....	Médecine expérimentale.....
Clinique chirurgicale.....	Clinique ophtalmologique.....
id.....	Clinique chirurgicale infantile et orthopédie..
Pathologie et thérapeutique générales.....	Clinique gynécologique.....
Clinique d'accouchements.....	Clinique médicale des maladies des enfants..
Anatomie pathologique et microscopie clinique.	Chimie biologique et médicale.....
Anatomie.....	Physique médicale et pharmaceutique.....
Anatomie générale et histologie.....	Médec. coloniale et clinique des malad. exotiques
Physiologie.....	Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.
Hygiène.....	Clinique des maladies des voies urinaires..
Médecine légale et déontologie.....	Clinique des maladies nerveuses et mentales..
Electroradiologie et clin. d'électricité médicale.	Clinique d'oto-rhino-laryngologie.....
Chimie.....	Toxicologie et hygiène appliquée.....
Botanique et matière médicale.....	Hydrologie thérapeutique et climatologie....
Pharmacie.....	

MM. PRINCETEAU (Anatomie). — LABAT (Pharmacie). — CARLES (Thérapeutique et pharmacologie).
PETGES (Vénérologie).

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

MM.	MM.
Anatomie et embryologie.....	Médecine générale.....
Histologie.....	id.....
Physiologie.....	Maladies mentales.....
Anatomie pathologique.....	Chirurgie générale.....
Parasitologie et sciences naturelles.....	id.....
id.....	id.....
Physique biologique et médicale.....	id.....
Chimie biologique et médicale.....	Obstétrique.....
Médecine générale.....	id.....
id.....	Ophtalmologie.....
id.....	Oto-rhino-laryngologie.....
id.....	Pharmacie.....

COURS COMPLÉMENTAIRES :

MM.	MM.
Clinique dentaire.....	Puériculture.....
Médecine opératoire.....	Démonstrations et préparations pharmaceutiques
Accouchements.....	Chimie pharmaceutique.....
Ophtalmologie.....	Chimie minérale.....

Orthopédie chez l'adulte, pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes... MM. N.

Pathologie externe (4^e année) et petite chirurgie..... CHARRIER.

Pathologie externe (3^e année) et petite chirurgie..... LOUBAT.

Cours complémentaire annexé. — Prothèse et rééducation professionnelle..... GOURDON.

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donner ni approbation ni improbation.



A MON PÈRE ET A MA MÈRE

Témoignage de mon affection et de ma
reconnaissance.

A MONSIEUR LE MÉDECIN PRINCIPAL DE 2^me CLASSE M. BOIGEY

Qui trouvera ici mes respectueux remer-
ciements.

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR PACHON

*Professeur de Physiologie à la Faculté de Médecine de Bordeaux,
Correspondant national de l'Académie de Médecine,
Membre de la Société de biologie,
Membre associé de la Société des sciences médicales et naturelles de Bruxelles,
Chevalier de la Légion d'honneur,
Officier de l'Instruction publique.*

Faible hommage de ma très respectueuse
admiration et de ma grande gratitude.

VITESSE D'ABSORPTION ET D'ÉLIMINATION

DES

BOISSONS CHAUDES ET SUCRÉES

INTRODUCTION

Depuis le jour déjà lointain où, sous l'œil paternel, nous fîmes nos premiers pas sur les terrains de sport, nous avons vu, observé et appris tant de choses, que ce serait en quelque sorte de l'ingratitude si, dans cette modeste thèse, nous n'avions songé à tirer partie de ce vaste champ d'études.

Nous oserions encore avouer que c'est cette passion de la « machine humaine » qui orienta nos études vers la voie médicale.

Durant nos stages hospitaliers, nous avons pu constater combien la thérapeutique, même entre les mains de nos très distingués professeurs, était souvent impuissante dans sa lutte contre la maladie.

Notre conclusion en paraîtra peut-être un peu simpliste, mais il nous a ainsi semblé que la première thérapeutique c'est celle qui conserve l'individu en bonne santé.

Luttant contre une déformation professionnelle courante, nous avons toujours estimé que, parmi les êtres humains, les plus dignes d'intérêt sont ceux qui jouissent d'une bonne santé.

L'hygiène et la prophylaxie ne sont-elles pas les plus beaux fleurons de la couronne médicale?

C'est dans cet état d'esprit que nous avons désiré pour notre thèse un sujet de physiologie.

Et ce sujet nous a été suggéré par un des mille petits incidents du stade, ce lieu où se retrouvent tous ceux qui, par le monde, ont conservé l'espoir d'amener l'humanité à la santé, à l'équilibre et à l'harmonie.

Après ces quelques mots d'introduction, notre travail se divise comme suit :

Dans un premier chapitre, nous exposons notre sujet, en cherchant à montrer son intérêt pratique : l'absorption des boissons chaudes est-elle le moyen le plus rapide de rendre à l'organisme l'eau dont il est spolié?

Notre deuxième chapitre emprunte aux auteurs classiques la définition et le mécanisme, admis actuellement, de l'absorption et de l'élimination de l'eau et des sucres.

Le chapitre troisième s'occupe des méthodes employées pour notre expérimentation et les conditions dans lesquelles nous avons opéré.

Les expériences forment le chapitre quatrième.

Enfin, une interprétation rapide des résultats obtenus nous permettra de tirer quelques conclusions modestes.

CHAPITRE PREMIER

La déshydratation au cours du travail physiologique.

Nous avons souvent été frappé par le désir très ardent de désaltération qu'éprouve l'individu lorsque, ayant accompli un gros travail physiologique, il arrête son effort.

Ce désir de désaltération est expliqué très naturellement par le besoin d'hydratation de l'individu. Cette déshydratation traduit la soustraction imprévue de sérum aux dépens de la masse sanguine. Elle est particulièrement vive dans toutes les pyrexies accompagnées de sueurs profuses, dans les hémorragies post-traumatiques et dans toutes les circonstances où l'organisme est soumis à un exercice violent qui s'accompagne d'une sudation, d'une diurèse et d'une évaporation pulmonaire très active.

Ce besoin d'hydratation est d'autant plus considérable que l'effort a été de plus longue durée. Il entre d'ailleurs ici un facteur durée très important. Ainsi pour deux nombres égaux de kilogrammètres fournis, le potentiel sous lequel s'est produit le travail, traduit par le temps mis à l'exécuter, influe sur la dépense de l'organisme en eau. Tel individu ayant accompli un effort de courte durée (course de vitesse), mais dont la violence a épuisé son énergie et rendu incapable d'un travail supplémentaire, n'éprouve pas ce besoin d'hydratation; au contraire, un marcheur, dont l'effort constant aura établi dans son organisme un régime nouveau, désirera, bien avant la limite précédente et maximum de son énergie, satisfaire sa soif.

C'est dire que la sensation de soif correspond bien effective-

ment à une perte de l'organisme en eau, déshydratation due aux combustions plus grandes de l'exercice, fonctions de la dépense musculaire, mais sur laquelle l'influence de la dépense nerveuse semble peu importante.

Nous ne nous étonnerons pas du régime de la déshydratation au cours de l'exercice.

Les causes de pertes en eau de l'organisme, la diurèse, l'évaporation pulmonaire et la sudation sont des phénomènes normaux de l'activité physiologique plus grande.

La sécrétion sudorale, si nous exceptons les cas où la sudation est due à l'excitation provoquée des nerfs ou des centres sudoraux (expérience de Luch-Singer), accompagne la vascularisation plus grande due à la vaso-dilatation consécutive à l'exercice.

L'évaporation pulmonaire est plus considérable du seul fait de l'accélération du rythme respiratoire, conséquence d'une accélération cardiaque qui porte, dans le même temps, une plus grande masse sanguine en contact avec les capillaires pulmonaires, lieu de l'évaporation. Et cette accélération cardiaque est fort importante puisque, d'après les travaux de Chauveau et de Kaufmann, le coefficient d'irrigation sanguine varie de 0,174 pendant le repos à 0,850 pendant l'exercice.

Quant à la diurèse, c'est une réaction de défense de l'organisme contre tous les produits toxiques, résidus des combustions plus vives du travail physiologique.

La déshydratation de l'organisme après l'exercice étant admise, il est intéressant de considérer de quelle façon optimum nous rétablirons l'équilibre en eau.

Nous avons été très souvent étonné par le tableau inquiétant de l'homme fatigué en grande transpiration qui se précipite sur un liquide qu'il absorbe avec d'autant plus de satisfaction que ce liquide est plus froid.

Et nous nous sommes demandé si cette ingestion de liquide froid correspondait bien à la façon la plus rapide de désaltérer l'individu.

Nous écarterons, au préalable, la question du danger de cette

absorption glacée pouvant donner lieu à de nombreuses manifestations pathologiques dépassant le cadre que nous avons choisi. Nous nous contenterons d'étudier la vitesse relative d'absorption et d'élimination, après l'exercice, des boissons, suivant leur température.

Comme boisson d'expérimentation, nous nous servirons de l'eau sucrée, guidé en cela par les travaux des physiologistes sportifs, et en particulier du médecin principal de 2^e classe Boigey, ancien directeur du laboratoire d'études de l'École de Joinville, l'un de nos auteurs les plus autorisés en la matière.

Nous verrons, en outre, quel est le degré de concentration de la solution sucrée qui est la plus favorable à la rapide absorption en nous réservant la liberté d'en fixer le titre au 1/20. C'est, en effet, le degré approximatif, suivant les individus, auquel l'absorption d'une masse de liquide chaud devient acceptable au goût et correspond ainsi au degré de sucrage parfait de boissons, comme thé, café et tisane.

Nous arrivons ainsi à préciser le but de notre travail qui essaiera de démontrer que le moyen le plus rapide de rendre à l'organisme l'eau dont il est spolié par l'exercice consiste dans l'absorption de boissons chaudes et sucrées.

Une objection qui se présente est que la voie gastrique, la seule que nous envisageons, n'est peut-être pas celle qui permet l'hydratation la plus rapide. En effet, il en est une beaucoup plus rapide pour rendre à l'organisme déshydraté son équilibre, c'est l'injection intraveineuse de sérum. Nous n'ignorons pas qu'en présence d'une grande hémorragie, c'est la voie de choix. Même Dupuytren désaltérait des chiens en leur injectant de l'eau dans les veines. Inversement, Claude Bernard démontrait, par expérience sur un chien, que plusieurs litres d'eau traversant le tube digestif sans y séjourner ne calmaient pas la soif.

Il apparaîtra facilement que la voie intraveineuse ne peut faire l'objet d'une pratique courante et qu'à l'envisager nous tomberions hors de notre domaine, que nous avons limité aux voies naturelles.

CHAPITRE II

L'absorption et l'élimination de l'eau et des sucres,

L'absorption intestinale n'est ni une simple diffusion et imbibition, ni une simple osmose ou diffusion à travers une membrane hémiperméable. Si les lois de l'osmose seules s'appliquaient à ce phénomène, seules les solutions hypertoniques au plasma sanguin traverseraient l'épithélium, et ce n'est pas le cas (Gley). Les lois de l'osmose sont pourtant satisfaites en partie dans le mécanisme de l'absorption, puisque, quelle que soit la tension osmotique d'une solution, le premier acte de l'absorption intestinale est de la rendre isotonique au plasma sanguin ; puis, après avoir subi les transformations résultant de l'activité propre de l'épithélium intestinal, les substances dissoutes ou en suspension, cristalloïdes comme colloïdes, sont absorbées.

Done, pour les substances cristalloïdes (solution de sucres ou de sels), la membrane intestinale agit dans une certaine mesure comme une membrane hémiperméable ; les lois de l'osmose entrent en jeu et le premier phénomène qui se produit, c'est l'équilibre.

Nous reviendrons plus loin sur ce fait de l'assimilation de la membrane intestinale avec une membrane hémiperméable. Mais nous remarquerons, ceci établi, que les meilleures conditions de rapidité d'absorption seront donc celles qui placeront les substances à absorber dans l'équilibre et à la température du milieu où se passe cette absorption. Nos expériences viendront à l'appui de ces faits.

D'ailleurs, pour Vault et Jolyet, la question se résume de la façon suivante :

« Sauf pour l'eau et les sels solubles qui paraissent traverser

la paroi intestinale sous l'influence de la seule osmose physique, les autres substances à absorber sont d'abord prises par l'épithélium en vertu de son activité propre et élective, et ce n'est qu'après l'avoir traversé qu'elles pénètrent par diffusion dans le sang ou dans la lymphe; pour ces substances, le premier acte de l'absorption est donc un phénomène vital, de la vie propre de l'épithélium; le second est plus particulièrement de nature physique. »

Donc, qu'il soit premier ou second, le phénomène physique existe, suit les lois physiques, et lorsque l'on veut une assimilation rapide, on peut, en s'adressant à ces phénomènes physiques, les favoriser en les plaçant dans les conditions physiques *optimum*.

L'absorption de l'eau est très rapide, elle se fait dans tout le tube digestif, y compris l'estomac, où elle est toujours faible et lente. Dans le gros intestin, l'eau est parfaitement résorbée.

Les solutions sucrées paraissent absorbées très vite (Gley).

Les sucres passent essentiellement par la voie veineuse. Une fistule du canal thoracique, pendant la digestion d'un animal ayant absorbé une grande quantité de sucre, laisse couler un liquide dont la teneur en sucre est invariablement 1,5 p. 1.000. D'autre part, dans les mêmes conditions, la proportion de sucre dans le sang de la veine porte ou de la veine mésentérique peut atteindre 4 p. 1.000 en période de digestion.

Parmi les sucres eux-mêmes, il nous faut distinguer deux grands groupes. Les glycoses sont absorbés directement. Les sucres du groupe des saccharoses doivent subir l'action de l'invertine, qui les dédouble en glycoses et galactoses assimilables.

Dans la pratique, l'absorption des sucres du groupe saccharose est seule intéressante, car elle représente l'absorption du sucre que l'on vend dans le commerce, celui dont nous nous servons pour nos expériences.

L'élimination de l'eau se fait par trois voies. La voie urinaire nous arrêtera seule ici. Les deux autres voies, sudation et évaporation pulmonaire, n'ont un coefficient vraiment important que pendant le travail physiologique. On pourrait dire que ce

sont les voies de « dépense en eau », tandis que la voie urinaire resterait la voie d'élimination proprement dite. Ainsi, après l'ingestion d'une masse d'eau de 600 grammes, une grande partie se retrouvera dans les urines, décompte fait de l'eau qui aura réparé les pertes de l'organisme.

Donc, nous pourrions estimer que l'apparition de l'eau, ingérée pendant nos expériences, dans les urines marquera bien le « temps d'élimination ». Il nous faudra donc trouver un procédé pour reconnaître cette eau expérimentale.

Le sucre absorbé, nous ne le retrouverons pas. En effet, transformé en glycose dans le sang, il ne passe pas en temps normal dans l'urine. Son taux normal dans le plasma sanguin est 1,5 p. 1.000, et tant qu'il ne se produit pas une hyperglycémie appréciable, 3 à 4 p. 1.000, la glycose n'apparaît pas dans les urines; or, la glycose est un corps dialysable, et c'est ce qui a permis d'affirmer que les lois physiques sont impuissantes à expliquer l'absence de glycose dans l'urine normale.

On sait, en outre, après les travaux de Charles Richet et Moutard-Martin en 1878, après la controverse entre Lamy et Meyer d'une part, Hedon et J. Arrous d'autre part, qu'il existe un coefficient diurétique des sucres résultant d'abord de leurs qualités physiques, ensuite d'une action *excito-sécrétoire*, propre et indépendante pour chaque groupe de sucres.

Ludwig et Bowmann ont proposé deux théories : la première, de la diffusion-réabsorption ; la deuxième, de la diffusion-sécrétion.

A l'heure actuelle, on admet que l'eau urinaire est éliminée par les glomérules ; les substances spécifiques de l'urine sont éliminées par les tubes contournés. Ainsi, l'on a distingué deux fonctions rénales : une fonction glomérulaire et une fonction tubulaire. Dans nos expériences, la fonction glomérulaire sera la plus intéressée, éliminant notre masse d'eau expérimentale. Mais il ne nous faut pas oublier que notre contrôle est effectué grâce au bleu de méthylène, dont le passage dans les urines dépendra de la fonction tubulaire. Par conséquent, l'intégrité totale des reins sera une condition capitale de nos sujets d'expérimentation.

CHAPITRE III

Méthodes employées et conditions de l'expérimentation.

Notre expérimentation n'a pas l'ampleur que nécessitent les affirmations de physiologie, mais elle ne vient que modestement apporter son petit tribut aux expériences qui sur le même sujet l'ont précédée, à notre connaissance tout au moins.

Avec M. Boussagnet, le professeur J.-P. Langlois a fait des recherches au laboratoire des travaux pratiques de physiologie de la Faculté de médecine de Paris dont les résultats prouvaient que l'absorption des liquides chauds provoquait une diaphorèse plus rapide.

M. le docteur M. Boigey, dans une communication à l'Académie de médecine, a relaté les expériences faites sur ce sujet au laboratoire d'études de l'École de Joinville. Observant 4 sujets bien portants, élèves stagiaires de l'École, âgés tous quatre de 20 ans, il réalisa, à huit jours d'intervalle, 2 expériences après une longue marche de six heures. Dans la première, il leur faisait absorber 600 grammes d'eau froide à 11 degrés, et dans la deuxième, la même quantité d'eau était ingérée, mais à 38 degrés. Ces deux épreuves suivaient une marche de six heures accomplie selon la formule militaire. Cinquante minutes de marche, dix minutes de repos, à l'allure moyenne de 4 à 5 kilomètres par heure. Il concluait que l'absorption des boissons chaudes était plus rapide que celle des boissons froides.

Nous inspirant des méthodes précédentes, nous avons réalisé quelques expériences dans les conditions suivantes :

Nous avons pris 3 sujets d'expérimentation ayant respectivement 25, 23 et 21 années. Nous les avons examinés afin de pouvoir croire à leur bon état de santé. Nous avons, en particulier, analysé les urines de nos sujets et nous n'avons trouvé ni albumine, ni sucre. N'ayant relevé dans leurs antécédents ni dans leur état actuel aucun signe qui puisse nous faire douter de l'intégrité de leur facteur de digestion ou de leur fonction rénale, nous les avons choisis.

Au préalable, ils furent soumis pendant huit jours à une vie normale sans fatigue excessive et nous avons réglementé leur alimentation, ni alcool, ni chlorure de sodium en abondance.

Nous leur avons fait accomplir deux épreuves particulièrement fatigantes de 25 kilomètres, à très vive allure ; à l'arrivée, nous leur avons administré 600 grammes d'eau, quantité considérable dépassant largement leur désir, mais nécessaire et suffisante pour amener, lors du passage dans la circulation, une élévation de tension maxima appréciable, grâce à l'oscillomètre de M. le professeur Pachon.

Afin d'étudier l'élimination de cette eau, nous avons adjoint 10 centigrammes de bleu de méthylène et nous avons observé les émissions d'urine.

Après ces deux expériences, deux de nos sujets d'expérimentation, ouvriers agricoles, ne consentirent pas à de nouveaux efforts et nous fûmes obligé de ne continuer qu'avec un seul sujet (expériences personnelles).

Nous avons suffisamment espacé les épreuves pour ne pas fatiguer l'appareil rénal.

Nous en donnerons d'ailleurs les dates.

Nous avons essayé de chercher les variations obtenues suivant le degré de chaleur du liquide absorbé et la concentration de la solution sucrée.

Enfin nous avons réalisé nos expériences après les exercices violents. C'est ainsi que nous avons couru à trois reprises 1.500 mètres, dans des temps oscillant autour de quatre minutes quarante-cinq secondes. Ce temps représente, pour un homme de 75 kilos non spécialiste, un effort considérable.

Nous avons terminé notre expérimentation par deux épreuves qui furent très pénibles. Sur une embarcation de près de 400 kilos, nous avons godillé pendant une heure exactement, puis parcouru environ 1.800 mètres, en courant pour nous transporter dans notre lieu d'expérience.

L'absorption d'eau pure doit être plus rapide que l'absorption d'une solution sucrée et l'on pourrait nous demander quelles sont les raisons pour lesquelles nous avons fait nos expériences sur des solutions sucrées.

Ces raisons sont de deux sortes :

Tout d'abord, on conviendra facilement que l'absorption de liquides chauds, en particulier de tisanes, soit rendue beaucoup plus agréable par l'adjonction de sucre qui en rendra le goût acceptable.

D'autre part, le sucre est ce que l'on pourrait appeler le « carburant humain ».

De nombreuses expériences probantes ont été faites sur l'emploi du glycogène dans le travail musculaire. Rubner, en 1885, affirmait déjà que les hydrates de carbone fournissaient la majeure partie de l'énergie dépensée par l'organisme. Ses chiffres donnaient 51 à 67 p. 100. Külz reprit ces travaux et montra la disparition rapide du glycogène du foie d'un chien inanité et travaillant. Enfin les expériences de Chauveau sur les muscles masticateurs du cheval complètent ces affirmations et montrent l'augmentation de la glycose du sang apporté à ces muscles pendant le travail.

Aussi, ne perdant pas de vue notre but pratique, nous avons cru que si le moyen le plus rapide de rendre à l'organisme l'eau dont il est spolié par l'exercice consiste à donner des boissons chaudes, il n'était pas inutile de procurer à l'homme fatigué, ayant épuisé sa réserve glycogénique, le moyen de la reconstituer facilement, et nous croyons évidemment que l'adjonction de sucres à nos boissons est la meilleure méthode.

CHAPITRE IV.

Expérimentation.

EXPÉRIENCE I

11 août 1925 : M. A..., 25 ans; M. B..., 23 ans; M. C..., 22 ans.

Départ 6 heures du matin, le thermomètre marque $+ 7$ degrés.

Arrivée 10 h. 52, chemin parcouru, 25 kilomètres; le thermomètre marque 17 degrés.

Les trois sujets absorbent 600 grammes d'eau, sucrée au $1/20^e$ et additionnée de 10 centigrammes de bleu de méthylène.

L'eau, prise au robinet, marque 11 degrés au thermomètre.

A ce moment, la tension maxima est respectivement pour A Mx : 11 $1/2$; pour B Mx : 14; pour C Mx : 14 $1/2$.

Ils conservent le brassard, et au bout de quinze minutes, presque simultanément, au cadran de A et de B, les oscillations augmentent d'ampleur; pour A, un coup de pompe laisse subsister l'oscillation de la tension maxima, mais pour B on peut gonfler jusqu'à Mx : 15. Pour C, il n'enregistre une augmentation de tension que dix-huit minutes après et ce n'est pas très accentué.

C, trente minutes après, urine bleu vert.

A urine clair quatre à cinq minutes après, mais trente et une minutes après l'ingestion, les urines sont bleu verdâtre.

B, de même, a uriné une première fois clair, mais quarante et une minutes après l'ingestion, ses urines sont bleues.

A, soixante minutes après, urine bleu foncé.

C, soixante-huit minutes après, urine bleu franc.

B, quatre-vingt-cinq minutes après, urine bleu franc.

Quatre heures trente-sept minutes après l'ingestion, les urines de A sont encore légèrement bleues. De même B, cinq heures quarante-cinq minutes après l'expérience, urine encore légèrement bleu. Six heures cinq minutes après, les urines de C sont presque normales.

EXPÉRIENCE II

Le 17 août 1925, A, B, C, partent à 5 h. 12, le thermomètre marque + 6 degrés, ils arrivent à 10 h. 15, ils ont parcouru, 27 kilomètres, et la température est de 19 degrés.

Dans les mêmes conditions, nous leur faisons ingérer 600 grammes d'eau sucrée à 1/20, additionnée de 10 centigrammes de bleu de méthylène à 38 degrés.

Il est 10 h. 18; Mx A : 12; Mx B : 14; Mx C : 14 1/2. A 10 h. 26, on observe sur C une augmentation de tension; il y a *huit minutes* que l'ingestion a eu lieu. Entre 10 h. 27 et 10 h. 28 on note l'augmentation de pression chez A et B; il y a *neuf à dix minutes* que l'ingestion a eu lieu.

10 h. 39 : A urine verdâtre, C aussi.

10 h. 41 : B urine verdâtre.

11 h. 05 : C urine bleu foncé.

11 h. 14 : C urine bleu foncé.

11 h. 23 : A urine bleu franc.

12 h. 50 : B urine clair.

A et C urinent entre 13 et 14 heures et leurs urines sont redevenues claires.

EXPÉRIENCE III

20 août 1925 : Sur le sujet A seulement, nous continuons nos expériences. Nous le prenons après une séance de culture physique dont le cycle dure approximativement quarante-cinq minutes et qui représente une très légère fatigue et, en tout cas, un essoufflement assez considérable. Nous lui faisons absorber par tasses successives 600 grammes d'eau très chaude, sucrée au 1/20 et additionnée de

10 centigrammes de bleu de méthylène. Quand les 600 grammes sont absorbés, la température de l'eau dans la dernière tasse est de + 47 degrés, il est :

9 h. 03 : Mx A : 13 fort.

9 h. 05 : 12,5.

9 h. 08 : 12,5.

9 h. 10 : 12 fort.

A partir de ce moment, les oscillations augmentent et à 9 h. 12 un coup de pompe permet de ramener la tension à 12,5, sans que les oscillations diminuent. Cette expérience a été très nette, il y a neuf minutes que l'ingestion a eu lieu :

9 h. 15 : Mx A : 12.

9 h. 20 : Mx A : 12 faible, c'est-à-dire est presque revenue normale pendant le repos.

A 9 h. 32, soit vingt-neuf minutes après, les urines sont peut-être un peu vertes.

A 10 h. 15, soit une heure douze après, elles sont bleu foncé.

Vers midi, les urines sont re venues claires, il y a *trois heures* que l'expérience a commencé.

EXPÉRIENCE IV

23 août 1925 : Dans les mêmes conditions que pour l'expérience précédente, notre sujet accomplit la même séance de culture physique par 18 degrés.

Mais il absorbe 600 grammes d'eau prise à 39 degrés dans un récipient en terre, sucrée à 1/20 et additionnée de 10 centigrammes de bleu de méthylène.

A 9 h. 14 : Ingestion : Mx A : 13.

A 9 h. 15 : Mx A : 13 faible.

A 9 h. 17 : Mx A : 12,5.

A 9 h. 20 : Mx A : 12 fort.

A 9 h. 21 : Mx A : 12,5.

L'augmentation d'ampleur des oscillations a été très nette et nous avons pu obtenir $12\frac{1}{2}$ de pression sans presque diminuer leur amplitude. Il y a donc sept minutes que le liquide a été ingéré.

A 9 h. 23, la tension est redescendue à 12.

A 9 h. 25 : Mx A : 12.

A 9 h. 30, elle est redevenue presque normale, oscillant entre $11\frac{1}{2}$ et 12.

A 9 h. 30, seize minutes après le début de l'expérience, la première émission d'urine est nettement verdâtre, plus nettement qu'elle ne l'était dans l'expérience précédente, vingt-neuf minutes après l'ingestion.

A 10 h. 41, les urines sont franchement bleues.

Vers midi moins dix (11 h. 53), une émission nouvelle est claire, presque normale; il y a deux heures trente-neuf que l'ingestion a eu lieu.

EXPÉRIENCE V

Le 25 août 1925, nous opérons dans les mêmes conditions que le 23 août par 19 degrés. Mais cette fois-ci nous faisons absorber 600 grammes d'eau + 100 grammes de sucre en poudre du commerce, absorbés alors que le thermomètre plongé dans le pot marque 39°5.

A 10 h. 01 : Ingestion : Mx A : 13.

A 10 h. 03 : Ingestion : Mx A : 13 faible.

A 10 h. 06 : Mx : 12,5.

A 10 h. 08 : Mx : 12 fort.

A 10 h. 09 : Mx A : 12.

A ce moment, les oscillations semblent augmenter d'ampleur; à 10 h. 10, à 12,5 de Mx, elles apparaissent moins nettement que de coutume; il y a eu donc huit à neuf minutes d'écoulées depuis l'ingestion.

A 10 h. 13 : Mx : 12.

A 10 h. 16, la tension maxima est normale.

Dix-sept minutes après, à 10 h. 18, première émission d'urine verte; à 10 h. 55, pour la deuxième fois, les urines sont bleues, mais semblent moins abondantes; à 12 h. 30, les urines sont encore bleutées; vers 14 heures, une nouvelle émission les montre redevenues normales.

EXPÉRIENCE VI

Le 29 août 1925, c'est encore après une séance coutumière que nous avons réalisé cette expérience. Mais la température est plus fraîche, 14 degrés, et notre solution de sucre sera très faible, puisque aux 600 grammes d'eau nous n'ajouterons que 1 gr. 50 de sucre en poudre. L'eau est à 39,6.

A 9 h. 47 : Ingestion : Mx A : 13,5.

A 9 h. 50 : Mx : 13 faible.

A 9 h. 51 : Mx : 12,5.

A 9 h. 53 : Mx : 12.

A 9 h. 54 : Mx : 12,5.

L'expérience est nette, l'augmentation de pression est évidente à ce moment. Il y a *six à sept minutes* que l'ingestion a eu lieu.

A 9 h. 55, la tension est redescendue à 12.

A 10 heures, elle est redevenue normale dans les alentours de 11,5.

La première émission d'urine a lieu à 10 h. 15; dix-huit minutes se sont écoulées et les urines sont presque bleues. A 10 h. 40, elles sont franchement bleues, et à 12 h. 45 elles sont redevenues normales.

C'est dans cette expérience que l'absorption a été la plus rapide, et et si l'on tient compte de la hauteur en teinte de la première émission d'urine, on peut admettre qu'il en a été de même pour l'élimination.

EXPÉRIENCE VII

Le 31 août 1925, nous avons cherché à varier les épreuves physiques préalables, c'est-à-dire chercher si, après des exercices variés augmentant la dépense physiologique, la vitesse d'absorption et

d'élimination variait. Les expériences suivantes semblent prouver que, quel que soit le travail fourni, l'organisme se conduit toujours de la même manière, mais toutefois une accélération assez marquée du temps d'absorption serait à noter.

Nous avons parcouru 1.500 mètres en quatre minutes quarante-sept secondes trois cinquièmes.

Le thermomètre marque 18 degrés. Nous faisons absorber 600 grammes d'eau à 11 degrés, et sucrée au 1/20. Cette ingestion, qui est assez pénible sur la fin, est terminée :

A 9 h. 53 : Mx A : 17,5.

A 9 h. 54 : Mx A : 15,5.

A 9 h. 55 : Mx A : 14.

A 9 h. 57 : Mx A : 14 faible.

A 10 heures : Mx A : 13.

A 10 h. 3 : Mx A : 13.

A 10 h. 5 : Mx A : 13 faible.

A 10 h. 7 : Mx A : 13 faible.

A 10 h. 8 : Mx A : 13,5.

L'expérience encore une fois est nette; il y a quatorze à quinze minutes d'écoulées depuis l'ingestion.

10 h. 1 : Mx A : 13,5.

10 h. 10 : Mx A : 13.

10 h. 15 : Mx A : 12,5.

A 10 h. 30, la tension maxima est redevenue normale.

Vingt-six minutes après, à 10 h. 20, avait eu lieu une première émission d'urines qui étaient vertes.

A 10 h. 55, les urines étaient bleues. Encore très bleues à 12 h. 3, soit plus de deux heures après; même vers 15 h. 30, elles sont encore louches.

EXPÉRIENCE VIII

4 septembre 1925 : Cette fois-ci, les 1.500 mètres ont été parcourus en quatre minutes quarante-cinq secondes quatre cinquièmes par un temps humide; le thermomètre marque 17 degrés.

Nous faisons absorber 600 grammes d'eau sucrée au 1/20 et dont la température, prise dans le récipient, est exactement 38 degrés.

L'ingestion est terminée. Il est :

9 h. 04 : Mx : 17 fort.

9 h. 06 : Mx A : 15,5.

9 h. 08 : Mx A : 14 fort.

9 h. 10 : Mx A : 13 fort.

9 h. 11 : Mx : 13 faible.

9 h. 12 : Mx : 13 fort. L'expérience a été moins nette que la précédente, mais enfin manifeste quand même; elle s'est produite entre la septième et la huitième minute.

A 9 h. 15 : Mx : 13 faible.

A 9 h. 17 : Mx A : 12,5. A ce moment, apparaissent les premières envies d'uriner; quatorze minutes après l'ingestion, les urines sont verdâtres.

A 9 h. 45, les urines sont bleu foncé.

Vers 11 h. 30, elles sont encore louches.

Vers 12 h. 30, elles sont redevenues normales.

EXPÉRIENCE IX

Le 12 septembre 1925, les 1.500 mètres sont parcourus en quatre minutes quarante-cinq secondes un cinquième par un temps frais, 13 degrés. A l'arrivée, nous donnons 600 grammes d'eau à 39°5 *dans le récipient* et additionnée de 1 gr. 50 de sucre en poudre du commerce.

Remarquons, en passant, que cette absorption est très désagréable et provoque un léger état nauséux. Il est :

9 h. 13 : Mx : 17,5.

9 h. 15 : Mx : 16 faible.

9 h. 17 : Mx : 14.

9 h. 19 : Mx : 13.

9 h. 20 : Mx : 13,5.

9 h. 21 : Mx : 13,5.

L'expérience prouve donc que six à sept minutes après l'ingestion, nous avons relevé l'augmentation de pression correspondante au passage de la masse hydrique dans le sang.

Il est à remarquer que ce temps, *six à sept minutes*, est identique à celui obtenu dans l'expérience du 29 août et, en rapprochant ces deux expériences, on constate que les conditions d'expérimentation étaient les mêmes.

A 9 h. 22 : Mx : 13.

A 9 h. 23 : Mx : 13 faible.

A 9 h. 25 : Mx : 12 fort.

A 9 h. 31 seulement, dix huit minutes après, a lieu la première émission d'urines, elles sont vertes.

A 10 h. 33, elles sont bleu foncé.

A 12 h. 46, les urines sont claires, normales.

EXPÉRIENCE X

17 septembre 1925 : Pendant soixante minutes exactement, nous avons godillé énergiquement sur une lourde embarcation ; ce travail très pénible a été suivi de neuf minutes de course pour nous ramener dans notre salle d'expérimentation. Le sujet est très fatigué. Nous lui donnons 600 grammes d'eau à 9 degrés, sucrée au 1/20. Cette absorption, agréable au début, devient extrêmement pénible sur la fin.

A 10 h. 15 : Ingestion finie : Mx A : 15,5.

A 10 h. 16 : Mx A : 15,5.

A 10 h. 18 : Mx A : 15.

A 10 h. 19 : Mx A : 15.

A 10 h. 21 : Mx A : 14,5.

A 10 h. 23 : Mx A : 14 faible.

A 10 h. 27 : Mx A : 13 fort.

A 10 h. 28 : Mx A : 13,5.

A 10 h. 29 : Mx A : 13,5.

Il y a treize minutes que l'ingestion a eu lieu lorsque la pression monte, le temps d'absorption semble donc diminué, facteur probable de la plus grande dépense d'énergie.

Le temps d'élimination semble aussi avoir suivi cette accélération, car à 10 h. 55 les urines sont nettement verdâtres; à 11 h. 35, elles sont franchement bleues; à 13 h. 40, toujours bleues, et vers 17 heures, elles sont encore louches,

EXPÉRIENCE XI

Le 28 septembre 1925, nous reprenons la même épreuve. Mais cette fois-ci, après nos soixante minutes de godille, nous ne mettons que huit minutes dix-sept secondes pour revenir à notre local.

La fatigue du sujet est considérable. La température est basse, 12 degrés.

A 11 h. 33, ingestion de 600 grammes d'eau à 39° 7, additionnée de sucre au 1/20.

A 11 h. 33 : Mx A : 15,5.

A 11 h. 35 : Mx A : 15,5.

A 11 h. 36 : Mx A : 15.

A 11 h. 38 : Mx A : 14 fort.

A 11 h. 39 : Mx A : 14,5.

L'augmentation de pression est très nette dans cette expérience; il y a *six minutes* que l'ingestion a eu lieu.

11 h. 40 : Mx A : 14 fort.

11 h. 45 : Mx A : 13.

L'envie d'uriner se fait sentir et à 11 h. 46, il y a *treize minutes* que l'ingestion a été faite, les urines sont verdâtres; à 12 h. 35, elles sont franchement bleues, et avant 16 heures, elles sont redevenues normales.

CHAPITRE VI

Interprétations des expériences. Utilisations des résultats obtenus.

Des expériences précédentes nous avons tiré quelques chiffres. Évidemment elles ne sont pas très nombreuses, mais la constance de leurs résultats, venant corroborer les expériences d'autres auteurs, semblent donner un certain poids aux interprétations que nous en avons faites.

Le temps d'absorption des boissons froides ou chaudes est diminué par l'exercice, c'est-à-dire qu'il semble que l'organisme précipite son action lorsque sa perte en eau est plus appréciable. Le temps d'élimination semble suivre les mêmes règles. Ce temps d'absorption semble osciller vers la quinzième minute pour les boissons froides, vers la septième minute pour les boissons chaudes.

Le temps d'élimination, en tenant compte des légères variations dues à l'état de vacuité de la vessie avant l'épreuve, semble approcher de trente à trente-cinq minutes pour les boissons froides, de quatorze à quinze minutes pour les boissons chaudes.

D'autre part, les résultats de nos expériences semblent montrer que l'eau mise dans un récipient à 39°5 environ est à la température la plus favorable à la rapide absorption. Ce chiffre est supérieur de 1°5 environ à la température interne, mais il semble compenser le refroidissement impossible à éviter qui se produit pendant l'absorption et le transvasement du liquide dans les verres ou tasses. En effet, il semble que l'épithélium

absorbant des villosités intestinales fonctionne avec son maximum d'activité lorsque les substances nutritives mises à son contact ont été préalablement portées à la température du corps. Le retard mis par l'eau froide à passer dans le corps, après son ingestion, correspondrait au temps pendant lequel elle s'échauffe pour atteindre une température optimum d'absorption.

D'autre part, les solutions de sucres sont absorbées moins rapidement que l'eau pure ; c'est ce qui semble ressortir de l'expérience où nous avons réduit la solution sucrée à 2 p. 1.000. Mais nous avons déjà indiqué plus haut les inconvénients de ces solutions et les raisons pour lesquelles nous avons adopté la solution au 1/20.

Il est un autre fait intéressant, c'est que l'élimination du bleu de méthylène est faite plus rapidement après l'ingestion de boissons chaudes. Ce serait donc un véhicule plus rapide pour les produits toxiques que doit éliminer un homme fatigué.

Si l'utilisation capitale de ces résultats est dans la désaltération des hommes fatigués, il ne nous a pas semblé inutile de penser que lorsque nous serons en présence d'une grande hémorragie, l'absorption de boissons à 39 degrés serait pour le malade d'une certaine utilité.

D'autre part, on peut en tirer une autre déduction : l'utilité dans le traitement des coups de chaleur de donner des boissons chaudes au lieu de boissons froides. Nous suivrions en cela la voie tracée par M. Boussagnet qui avait communiqué les résultats suivants :

L'absorption de 250 grammes d'eau froide à 10 degrés pour atteindre la température du corps, 39 degrés dans les conditions actuelles, représente une soustraction de $29 \times 250 = 7.250$ microcalories.

Si la moitié seulement de ces 250 grammes passe rapidement dans l'organisme et est éliminée sous forme de sueur évaporée, la quantité de calories (en admettant 580.000 calories par litre de sueur) sera de 60.000 calories, soit, en chiffres ronds, un pouvoir réfrigérant décuplé. Cette perte de chaleur représenterait une soustraction rapide de 1 degré à l'organisme.

CONCLUSIONS

1° L'absorption des boissons chaudes est plus rapide que celle des boissons froides ;

2° L'élimination des boissons chaudes est plus prompte que celle des boissons froides ; elle se termine en moins de temps, et les boissons chaudes sont ainsi favorables à l'élimination des produits étrangers et doivent être préférées pour désaltérer les hommes fatigués ;

3° Pour la désaltération des hommes fatigués, nous emploierons les solutions, thé ou tisane, sucrées au 1/20 et à 39°5.

VU : *Le Doyen*,
C. SIGALAS.

VU, BON A IMPRIMER :
Le Président.

V. PACHON.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :
Bordeaux, le 8 décembre 1925.

Pour le Recteur de l'Académie :

Le Doyen délégué,

C. SIGALAS.

BIBLIOGRAPHIE

ARROUS (J.). — Thèse Montpellier, 1900.

ARROUS (J.) et HEDON. — Compte rendu hebdomadaire, séances et mémoires. Société de biologie, 3 avril, 20 avril, 4 mai, 11 mai 1907.

AMAR. — Physiologie de l'effort. Acad. sc., 6 août 1917. *Paris médical*, 25 août 1917.

— Le rendement de la machine humaine. Baillière, Paris, 1910.

ARTHUS. — Précis de physiologie. Masson, Paris.

BELLIN DU COTEAU (D^r). — L'éducation physique. Obligation nationale. Berger-Levrault, 1918.

BOIGEY. — Manuel scientifique d'éducation physique, 1923.

DOUSSET. — Le rôle du médecin en éducation physique. *Paris médical*, 7 décembre 1912.

DEMENY. — Cours théorique d'éducation physique.

FOURGOU. — Résultats constatés à la suite d'application de la méthode d'Hébert. Congrès intern. d'éduc. phys., mars 1913.

GLEY. — Physiologie. Baillière, Paris.

GUILLEMARD. — Le danger sportif. Nilsson.

HÉBERT. — Guide pratique de l'éducation physique.

— Le code de la force.

HEDON. — Physiologie. O. Doin, Paris.

LAULANIE. — Éléments de physiologie, 1905.

LOUBATIÉ. — Éducation physique et sport. Thèse Bordeaux, 1920.

MAUREL. — De l'utilité de la sueur pendant les exercices physiques.

PACHON. — La mesure de la pression artérielle par la méthode des oscillations. L'oscillométrie pratique. *Paris médical*, 1^{er} juillet 1911.

— L'oscillométrie : sa spécificité, son champ d'information. *J. méd. franç.*, 1919.

RUFFIER. — Traité d'éducation physique. Librairie Physio.

THOORIS. — La vie par le stade.

VIAULT et JOLYET. — Physiologie. O. Doïn, Paris.

